

# 上面はつり調査を踏まえたRC床版補修計画

みずきりょうた きたほりひろたか かわぐちたかし たかほしたかゆき  
○水木亮太<sup>1</sup>・北堀裕隆<sup>1</sup>・川口正<sup>1</sup>・高橋孝征<sup>1</sup>

<sup>1</sup> (株) 東京建設コンサルタント中部支社 (〒460-0003 愛知県名古屋市中区錦2-5-5)

本橋梁は、竣工から50年以上経過した鋼単純合成鈹桁橋であり、橋梁診断業務にて床版に土砂化の恐れがあると診断され、床版補修が必要とされた。床版補修に当たり、原因の究明及び補修方法を立案するため、床版上面の部分はつり調査、コア採取による塩分含有量調査を実施した。調査の結果、床版内の塩化物イオン含有量が発錆限界値以下であり、床版の変状が部分的かつ、かぶり不足箇所が生じているため、かぶり不足による床版劣化とした。補修方法は、かぶりコンクリートの打替えに加えて、かぶり不足箇所に対して増厚を行うこととした。ただし、損傷範囲が明確ではないため、舗装を全撤去した後に損傷状況確認を行い、損傷程度に応じた補修方法を提案した。

**Key Words** : 床版補修, 床版打替え, 再劣化防止, 長寿命化

## 1. はじめに

供用後50年以上を迎えた鋼橋は、通行車両により床版の劣化が進んでおり、点検結果等を踏まえた維持修繕が実施されている。

今回対象となった橋梁は、鋼単純合成鈹桁橋であり架設から53年が経過しており、長年に渡る大型車の通行により既設橋の劣化が進んでおり、過去にもひびわれ注入や断面修復等の床版補修が実施されている。

当該区間は、峠を超えるの急勾配区間に位置しており、降雪時の予防的通行規制区間に指定されていた。そのため、凍結防止剤を頻繁に散布している。このような状況から、疲労と塩害による複合劣化により床版の土砂化が発生している恐れがあった。

本稿では、道路橋床版の補修にあたり、工事着手前及び工事中に現地調査を行い、損傷原因を踏まえた床版の補修方法の立案について述べる。

点検履歴：2019年(R1)定期点検

補修履歴：2008年(H20)舗装オーバーレイ

2010年(H22)床版補修

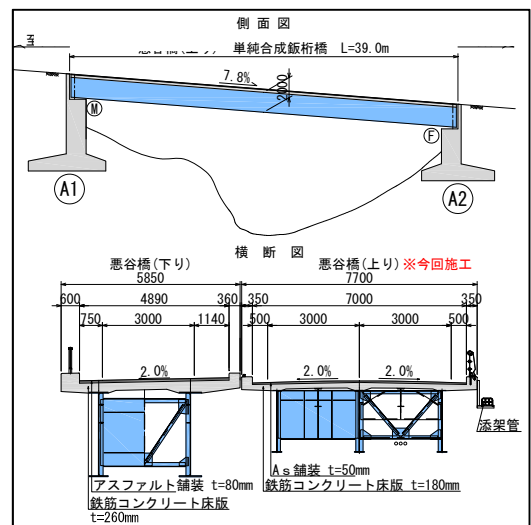


図-1 補修対象橋梁一般図

## 2. 橋梁概要

### (1) 橋梁諸元

補修対象橋梁の諸元を以下に示す。(図-1)

位置：山岳地(一般国道)

橋長：39.0m

有効幅員：W=7.0m(0.5m+2@3.0m+0.5m)

橋梁形式：鋼単純合成鈹桁橋

竣工年度：1967年(S42)

※補修時(2020年)橋齢53年

適用基準書：S39 鋼道路橋設計示方書

交通量：4千台/12時間(大型車混入率5.7%)

### (2) 定期点検での診断結果

定期点検は、2019年に実施されている。床版に関する損傷は、床版下面に遊離石灰を伴うひびわれ、舗装に部分的なうきやひび割れからの白色物の析出が確認された。

舗装のうきに対して、路面非破壊調査を実施したところ、床版上面コンクリートのうきが確認された。(図-2)さらに、代表箇所では床版上面はつり調査をした結果、上面鉄筋の腐食、鉄筋かぶりの不足(通常30mmに対して、10mm程度)が確認された。(写真-1)

また、はつり時に採取したコンクリート片（鉄筋位置付近～かぶり部分のコンクリートに相当する）に対して塩分含有量試験を行ったところ、塩化物イオン含有量は3.62kg/m<sup>3</sup>であり、発錆限界値とされる1.2kg/m<sup>3</sup>を大きく上回る結果であった。

以上の状況から、腐食による鉄筋の断面減少により部材の耐荷力が低下していること。また、塩害により損傷の進行も早いと判断されることから、床版及び舗装の対策区分はC2(速やかに補修が必要)と評価された。

### (3) 現地調査を踏まえた補修内容の決定

点検結果より、床版鉄筋腐食の原因は塩害であると推定されるが、塩分浸透部分の完全な除去は難しく、部分補修では再劣化が生じるリスクを伴うことから、塩分の浸透が見られる床版をブロック単位で打替える計画とした。打替えを行う床版ブロックは、非破壊調査にて舗装のうきが確認された箇所(図-4)としたが、非破壊調査には限界があり、床版の損傷状況を正確に把握するために、舗装を全面はつりとした後の床版状況を確認することとした。それにより、補修範囲は工事開始後に状況確認を行った上で決定することとなり、工事遅延が懸念された。

## 3. 既設橋調査

### (1) 調査及び補修方法検討のスケジュール

正確な原因究明と補修方法の立案を限られた時間で行う必要があり、発注者、施工者、設計者の3者にて事前の確認方法や現地調査を速やかに実施できるよう現場推進会議を実施した。現場推進会議にて、床版の補修方法及びスケジュールを協議し、下記の手順にて補修方法の立案を行うことを決定した。

- ① 施工前に事前調査として舗装はつり調査、床版コンクリート強度試験、塩分含有量試験を実施
- ② 調査結果を踏まえて、損傷状況に応じた補修方法を決定し、必要な規制期間を想定

③ 舗装全面撤去時に状況確認を行い、補修範囲を決定するとともに、想定した期間に収まるよう施工計画を立案

また、事前調査及び舗装全面撤去時は、3者合同で現地調査を行い、対策方針を決定した。

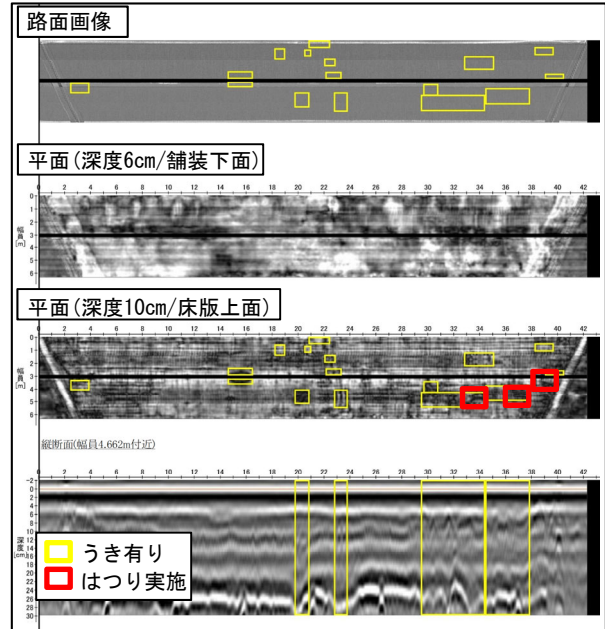


図-2 路面非破壊調査結果



写真-1 床版上面の損傷状況(前回点検時)

### (2) 現地調査結果

既設橋の走行車線及び登坂車線をそれぞれ規制し、各所のはつり調査及びコア採取を実施した。(図-5)

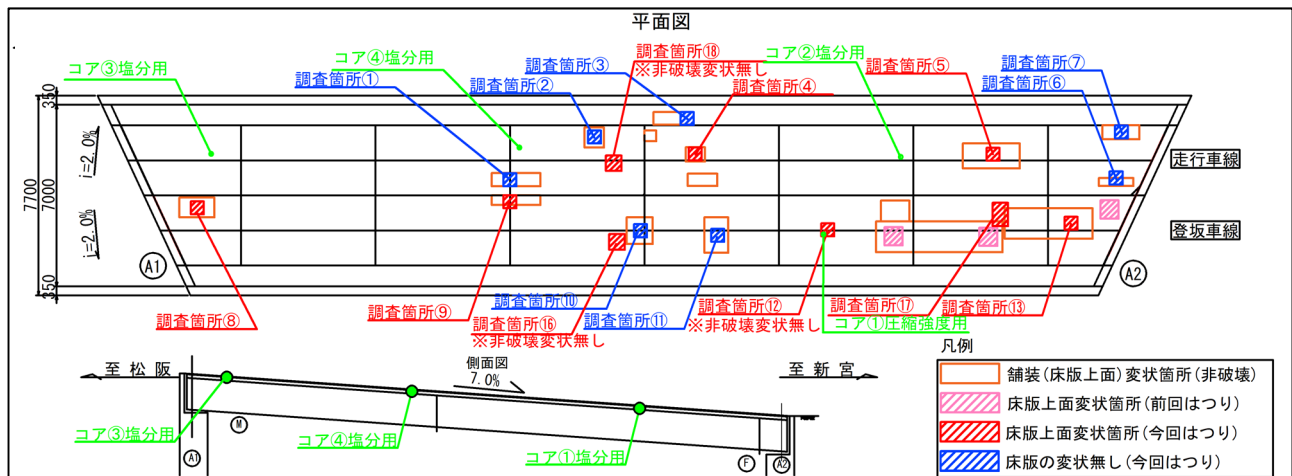


図-3 調査箇所位置図

非破壊調査の変状箇所を試掘した結果、14箇所中5箇所に変状が見られた。また、非破壊調査では抽出されなかったが、目視にて舗装の変状を確認した箇所には、床版コンクリートの脆弱化および鉄筋腐食がみられた。一方、床版上面に変状があった箇所の下面をはつり調査したところ、コンクリートや鉄筋に変状は見られなかった。(写真-3)

床版の変状が見られる箇所の鉄筋かぶりは、純かぶりであり5~15mm程度であった。(床版の必要純かぶり30mm)更に、桁端部は、主鉄筋の上に斜め補強筋が配置されており、かぶりがほぼ無い状態であった。

舗装撤去後に状況確認を行った結果、床版上面は、全面に渡り劣化が見られた。(写真-4)

一方、コンクリートの圧縮強度は44.1N/mm<sup>2</sup>であり設計強度30N/mm<sup>2</sup>以上の強度を持つことを確認した。塩化物イオン濃度は、上面鉄筋位置で最大0.73kg/m<sup>3</sup>であり、塩害発錆限界値1.2kg/m<sup>3</sup>以下となることを確認した。(図-4)

以上より、床版上面の損傷の大半は、塩害によるものではなく、かぶりの薄い箇所に生じたひびわれから、橋面水が浸透したことにより、鉄筋の腐食が生じたと推測した。

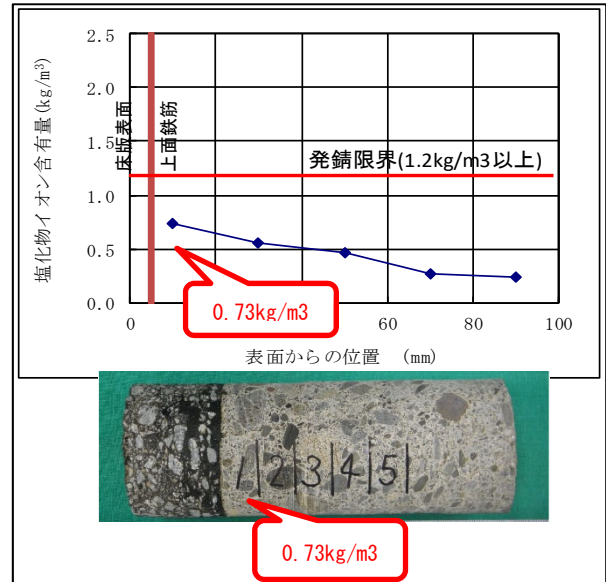


図-4 塩化物イオン含有量(コア②)

### (3) 補修方法

現地での調査結果より、床版の劣化範囲を①床版下面に漏水がみられる箇所、②桁端部の面的にかぶりが不足している箇所、③損傷が上面のみに収まっている箇所に分類して補修方法を決定した。(図-5)

箇所①は、下面鉄筋まで水の浸透が想定され、床版下面まで劣化が進んでいる恐れがあるため、部分打替えを行うことにし、その範囲は、点検時に漏水が見られる箇所及び過去のひびわれ補修箇所を網羅した範囲とした。(図-6)

箇所②③は、床版の劣化が上面のみに見られるため、上面コンクリートの打替えを行う。その際、かぶり不足対策として、As舗装50mmを確保した上でコンクリートの増し厚を行うこととした。ただし、箇所②は、面的にかぶりがほとんど無いため、As舗装50mm区間をコンクリート舗装とし、上面コンクリート一体打設することで、かぶりを確保することとした。(図-7)

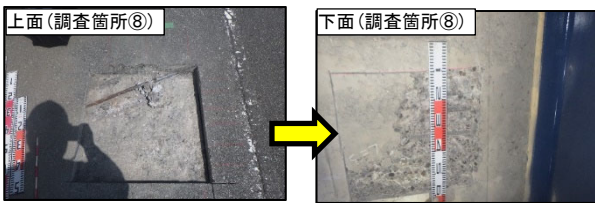


写真-4 床版上面と下面(左：上面，右：下面)



写真-5 床版上面状況(舗装全撤去時)

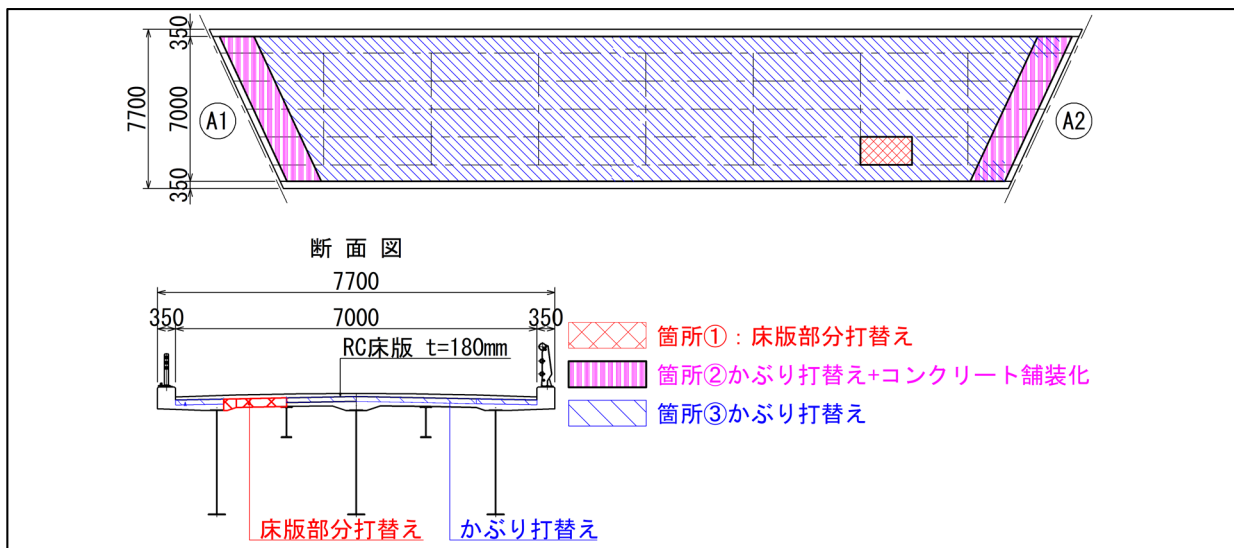


図-5 床版補修箇所位置図



また、局所的な床版劣化部の対応や腐食した鉄筋の補強等を現場にて臨機に対応する必要があったため、下記の現場対応上の留意点を整理した。

- ① 上面はつり厚は、上面鉄筋の下側までを基本とする。はつり後に床版状況を確認し、劣化箇所が見られる場合は再はつりを実施する。
- ② 鉄筋に減肉を伴う腐食が見られる箇所は、既設鉄筋と同径の補強鉄筋を挿入する。この時、補強鉄筋は腐食範囲にコンクリートへの定着長を確保した長さとする。

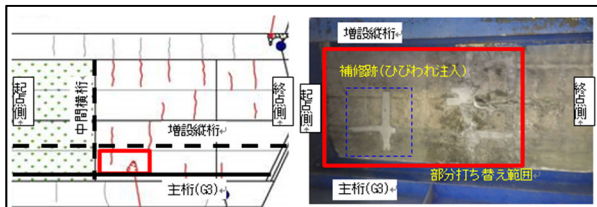


図-6 床版打替え範囲(箇所①)

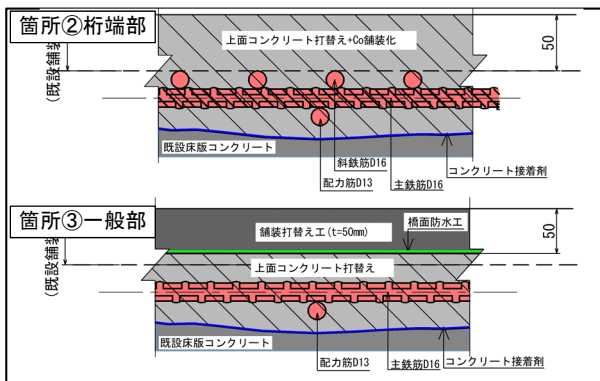


図-7 床版補修イメージ図(区間②③)

#### 4. 現場作業の効率化、長寿命化対策

##### (1) 床版上面はつり

既設劣化部の除去は、床版上面をはつりることによる健全部へのマイクロクラック発生が懸念されることから、ウォータージェットを使用することとした。従来工法であるハンドガンでははつりを行う場合、施工日数を予定規制期間までに収めることが出来ないため、大水量の超高压水を機械に保持させ自動制御することで、安定的、均一、広範囲にはつり作業ができる「ウォータージェットはつり処理工法(NETIS:CB-180013-A)」を採用した。ただし、地覆部付近等の機械処理が困難な箇所は、ハンドガンによるはつり処理を行うものとした。

はつり深さは、上側鉄筋の下面以上を基本とし、劣化が見られる箇所においては更にはつりとりを行うことで、劣化部を確実に除去し再劣化防止を行った。(写真-5)

##### (2) コンクリート打替え

再劣化の防止には、不足しているコンクリートかぶりを必要かぶりまで確保する必要がある。そのため、コンクリートの打替えは、現況通りに復旧する

のでは無く、鉄筋かぶり純30mm、舗装厚50mmの確保を現地計測管理に設定して、確実に鉄筋かぶりを確保するものとした。(写真-6)また、既設コンクリートとの一体化を高めるため、新旧コンクリートの打ち継ぎ部にはコンクリート接着剤を塗布することとした。

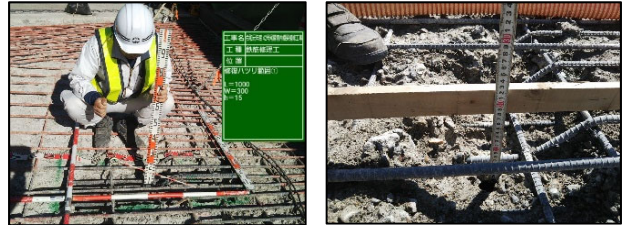


写真-5 はつり後の床版状況確認



写真-6 施工管理厚さ確認状況

##### (3) 路面排水処理(防水処理)

橋面防水工の実施にあたり、防水層上面の排水対策として端部処理、床版水抜き孔、スラブドレーンの設置を行った。スラブドレーンは、滞水しやすい地覆端部に加えて、桁端部コンクリート舗装とAs舗装との境界部に配置した。

#### 5. おわりに

今回の悪谷橋(上り)においては、工事着手時の段階にて状況確認を実施し、原因究明や方針決定を速やかに行うことで、当初予定期間(R2.9下旬～R2.12下旬)以内での工事を完了し、年末の規制抑制期間までに交通開放が可能となった。

床版の補修設計は、主に非破壊試験や点検診断に基づいき計画されるが、工事開始時の現地調査や施工時の状況確認で、詳細な損傷原因や補修範囲等を変更することが多く、その対策を立案するための期間を必要とすることから、工程遅延が生じやすい。今回、工事開始時の現地状況確認を行うことで、実際の床版損傷状況を直接確認することで、実際の損傷状況に応じた補修方法と補修範囲を選定できた。

提案した補修方法及びかぶり管理値を元に施工が行われ、床版補修工事は完了した。床版補修に対して、必要となる調査を実施して、最適な補修方法を提案したことは、有意であると考えられる。

謝辞：最後に、本橋の計画、本論の執筆に対してご指導・ご助言をいただきました関係者各位に深く感謝の意を表します。

(2022.9.9 提出)